

STATICKÁ ČÁST

FSv ČVUT A+S LS_2019/2020
129AAKA_Margarita Demina

Vedoucí práce:

__Doc. Ing. arch. Patrik Kotas
__Ing. arch. Karel Hájek, Ph.D.
__Ing. arch. Martin Souček
__prof. Ing. František Wald
__Ing. Jaroslav Vácha, Ph.D.

Průvodní zprava	3
Přehled použité literatury a softwaru	3
Model a schéma konstrukce	4
Zatížení	5
Mostovka	5
Přístřešek	6
Chodci	6
Soustředěné zatížení	6
Teplota	7
Vítr	7
Analýza	9
Zatěžovací stavy	9
Kombinace	19
Průřezy	19
Deformována konstrukce U_{total}	20
Průběhy sil	20
Posouzení hlavních prvků	23
Sloup	23
Nosník podélný	25
Diagonála	28
Dětaily	31
Detaily kotvení zábradlí	31
Detaily osazení ložiska	32
Detail kotvení přístřešku	33

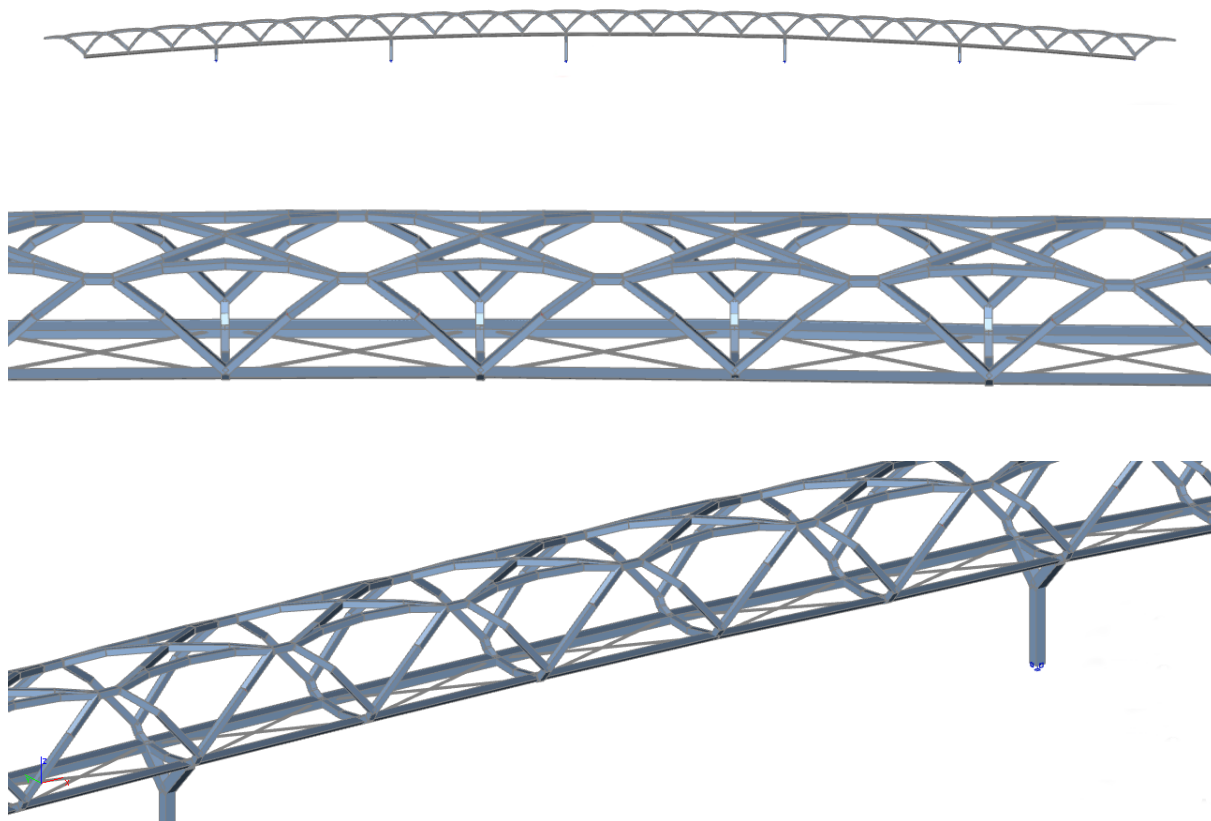
Předmětem semestrální práce je návrh a posouzení lávky ve městě Hradec Králové. Lávka přemostňuje ulici Sokolská v centrální části města a spojuje kampus univerzity Hradce Králové s areálem fakultní nemocnice a vytváří tím pádem dominantní pěší cestu, směřující svojí osou na historický centrum města.

Hlavní nosnou konstrukci tvoří prostorová struktura z ocelových jeklu 300x300 mm, která působí jako příhradový nosník šířky 5,5m. Mostovka, tvořená ortotropní ocelovou deskou o šířce 4 m, je uložena z obou dvou stran na nosných podélnících speciálního trojúhelníkového průřezu. Lávka je o šestí spojitých polích a je podepřena ocelovými pilíři tvaru «Y» 500x500. Rozpětí jednotlivých polí činí 42,7 + 37,7 + 47,2 + 37,7 + 37,7 + 33,3 m. Uložení hlavní nosní konstrukci na pilíři je řešeno pomocí hrncových ložisek. Jako záchytné zařízení je na lávce navrženo ocelové zábradlí se subtilní výplní výšky 1,3 m nad povrchem mostovky odpovídající požadavkům pro provoz cyklistů. Vozovku na lávce tvoří přímo pochozí ocelový deska mostovky opatřená přímo pochozí stěrkovou hydroizolací. Odvodnění je řešeno svedením vody podélným a příčným vyspádováním a pomocí odvodňovací trubky mimo lávku.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A SOFTWARE

- [1] ČSN EN 1993-2 (736205)
Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
- [2] ČSN EN 1991-2 ED.2 (736203)
Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [3] ČSN 73 6201 (736201)
Projektování mostních objektů
- [4] ČSN 73 6209 (736209)
Zatěžovací zkoušky mostů
- [5] TP 173 Použití mostních hrncových ložisek
- [6] SCIA Engineer - verze 19.1.2030

MODEL A SCHÉMA KONSTRUKCE



Model v programu Scia Engineer

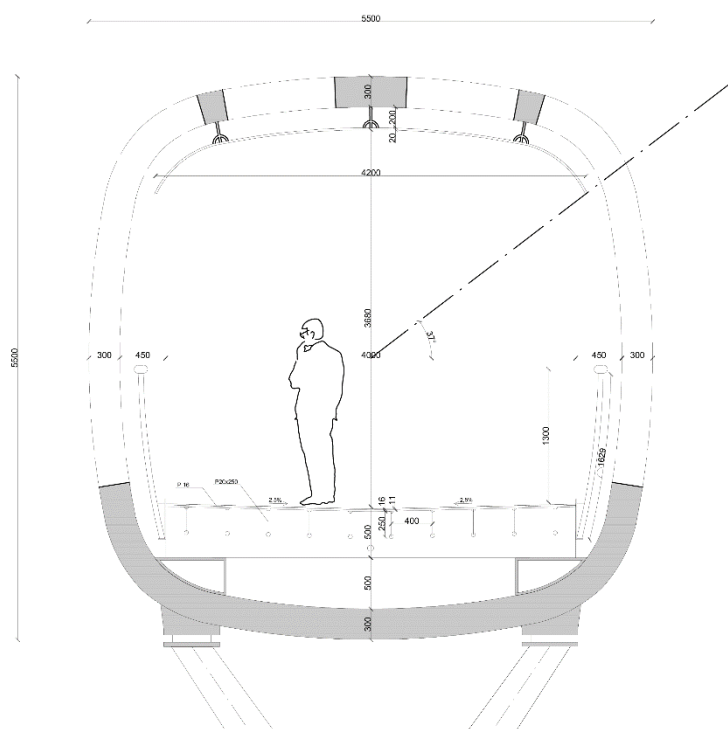


Schéma konstrukce v příčném řezu

ZATÍŽENÍ

OBJEMOVÁ HMOTNOST POUŽITÝCH MATERIÁLŮ

Ocel S355 $\rho = 7\,850\text{ Kg/m}^3$

Smrk $\rho = 550\text{ Kg/m}^3$

MOSTOVKA – STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Zatížení od mostovky

Zatížení stálé	tloušťka [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ [-]	g_d [kN/m ²]
Ortotropní deska			2,63	1,35	3,5505
Stěrková HI	0,011	19,3	0,2123	1,35	0,286605
CELKEM			2,8423		3,837105

Výpočet přibližné tíhy ortotropní desky

rozpon příčníků 1500mm

tíha jeného příčníku $1,87\text{m}^2 * 0,016\text{m} * 7850\text{kg/m}^3 = 234,9\text{kg}$

tíha jeného podélníku $0,02\text{m} * 0,25\text{m} * 1,5\text{m} * 7850\text{kg/m}^3 = 58,88\text{kg}$

tíha 10ti podélníků $10 * 58,88 = 588,8\text{kg}$

plech $4\text{m} * 1,5\text{m} * 0,016\text{m} * 7850\text{kg/m}^3 = 753,6\text{kg}$

tíha na $4 \times 1,5\text{ m}^2$ $234,9 + 588,8 + 753,6 = 1577,3\text{kg} / 6\text{m}^2$

tzn 262,9 kg/m²

Zatížení od vlastní tíhy podélného nosníku

Zatížení stálé	A [m ²]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ [-]	g_d [kN/m]
Nosník	0,044	78,5	3,454	1,35	4,6629

Výsledné stálé zatížení od mostovky

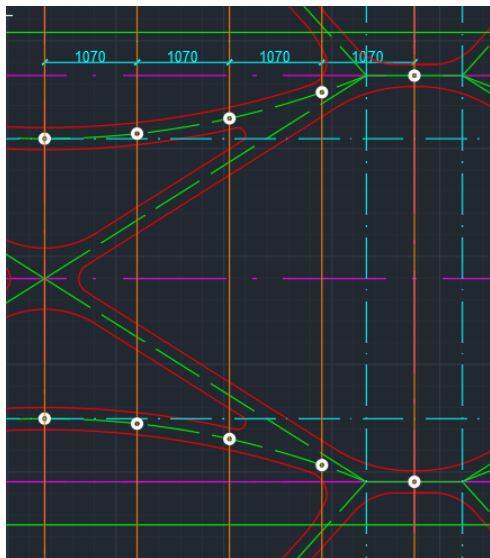
Zatížení stálé	g_k [kN/m ²]	ZŠ [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ [-]	g_d [kN/m]
Mostovka	2,84	2		5,68	1,35	7,668
Zábradlí				0,3	1,35	0,405
Celkové zatížení od mostovky				5,98		8,073

Výpočet přibližné tíhy zábradlí

$(0,002 * 1,63\text{m}) * 7850 + 0,0088 * 550 * 1 = 30,4\text{ kg/m}' = 0,3\text{ kN/m}'$

PŘÍSTŘEŠEK – STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Zatížení stálé	A [m ²]	ρ [kN/m ³]	g _k [kN/m]	Y [-]	g _d [kN/m]
Sklenený přístřešek	0,09	25	2,25	1,35	3,0375



2x Spider ai 1070mm
 $2,25 \text{ [kN/m]} \cdot 1,07 \text{ [m]} / 2 \rightarrow 1,2 \text{ kN /spider}$
 \rightarrow *výhovuje podle tech. listu*

Umístění spideru na KCI

CHODCI – PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

$$q_{fk} = 2 + \frac{120}{L + 30} \text{ kN/m}^2$$

L (celková délka mostu) 237m

$$q_{fk} = 2 + \frac{120}{237 + 30} = 2,449 \text{ kN/m}^2$$

Hodnota má být v rozmezí 2,5-5 kN/m²

Výsledné proměnné zatížení od chodcu \rightarrow 2,5 kN/m²

SOUSTŘEDĚNÉ ZATÍŽENÍ – PROMĚNNÉ

$$Q_{fwk} = 10 \text{ kN}$$

působí na čtvec o ploše 0,1*0,1 m

Národní příloha NP42 pak tuto hodnotu upravuje, pokud je konstrukčně zamezeno vjetí vozidel na lávku, na $Q_{fwk} = 2 \text{ kN}$ na stejné roznášecí ploše

TEPLOTA – PROMĚNNÉ

<u>Hradec kralove</u>	<u>ocelobetonová kce - 2.týp</u>	<u>Výchozí teplota</u>
Tmax = +39,1 °C	Te,max = 42 °C	T0 = 15 °C
Tmin = -31,1 °C	Te,min = -23 °C	
Charakteristická hodnota maximálního rozsahu rovnoměrné složky teploty		
Tn,con = T0 - Te,min =	38	
Tn,exp = Te,max - T0 =	27	

VÍTR – PROMĚNNÉ

Vb0 (výchozí základní rychlost větru (m/s))	25
kategorie terénu	4
Z0 (m)	1
Zmin (m)	10

Cdir	1
Cseason	1

oblast	I	II	III	IV	V
Vb,0	22,5	25	27,5	30	36 m/s (char. hodnotu určí ČHMÚ)

Kategorie terénu
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m

$$Vb = Cdir \cdot Cseason \cdot Vb0$$

$$Vb = 25$$

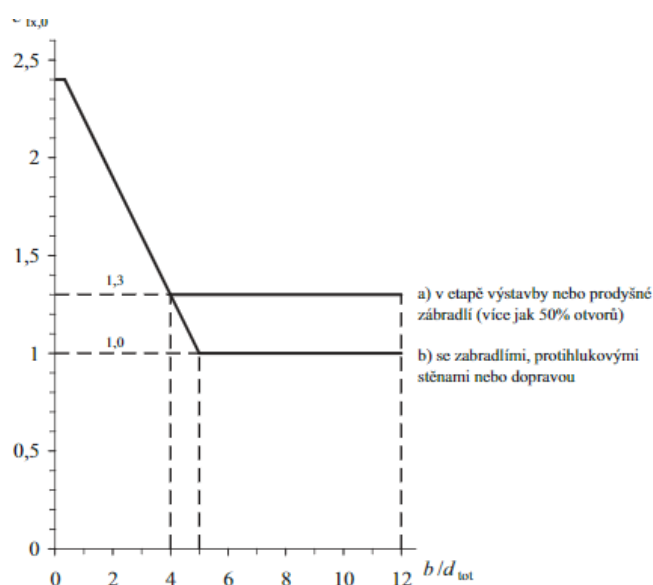
$$\text{Součinitel síly pro mostovku} = Cfx$$

$$b \text{ (šířka lávky)} = 4,2$$

$$dtot \text{ (zatěžovací výška)} = 0,89$$

$$b/d_{tot} = 4,719101$$

$$Cfx = 1,1$$



$$C = C_e \cdot C_{fx}$$

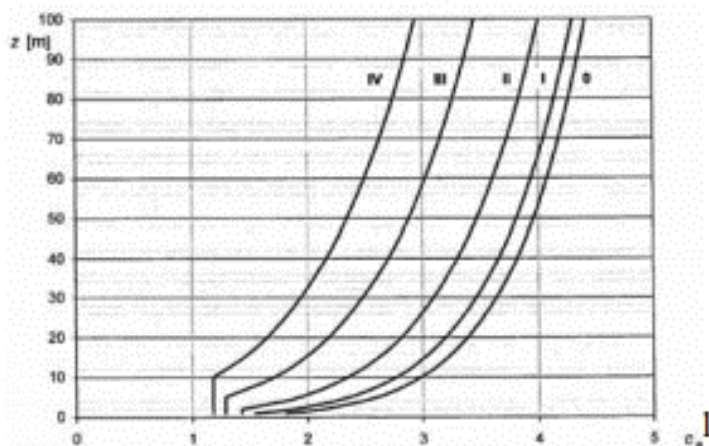
součinitel zatížení větrem pro mostovku

Z (výška od terénu po těžiště nosníku)

5,5

C_e 1,3

C_{fx} 1,43



A_{ref} $0,7 \cdot 4,61 + 0,89 = 4,12 \text{ m}$

ρ (kg/m³) 1,25 hustota vzduchu

V_b 25 rychlost větru

spojité boční zatížení od větru

$f_{wx} = 1/2 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref}$ 2,301406 kN/m' tzn. 21,7 kN/příčník

$f_{wx} =$

spojité podélné zatížení od větru

$f_{wy} = 0,25 \cdot f_{wx} = 0,575352 \text{ kN/m'}$
tzn. 2,76 kN/příčník

ANALÝZA

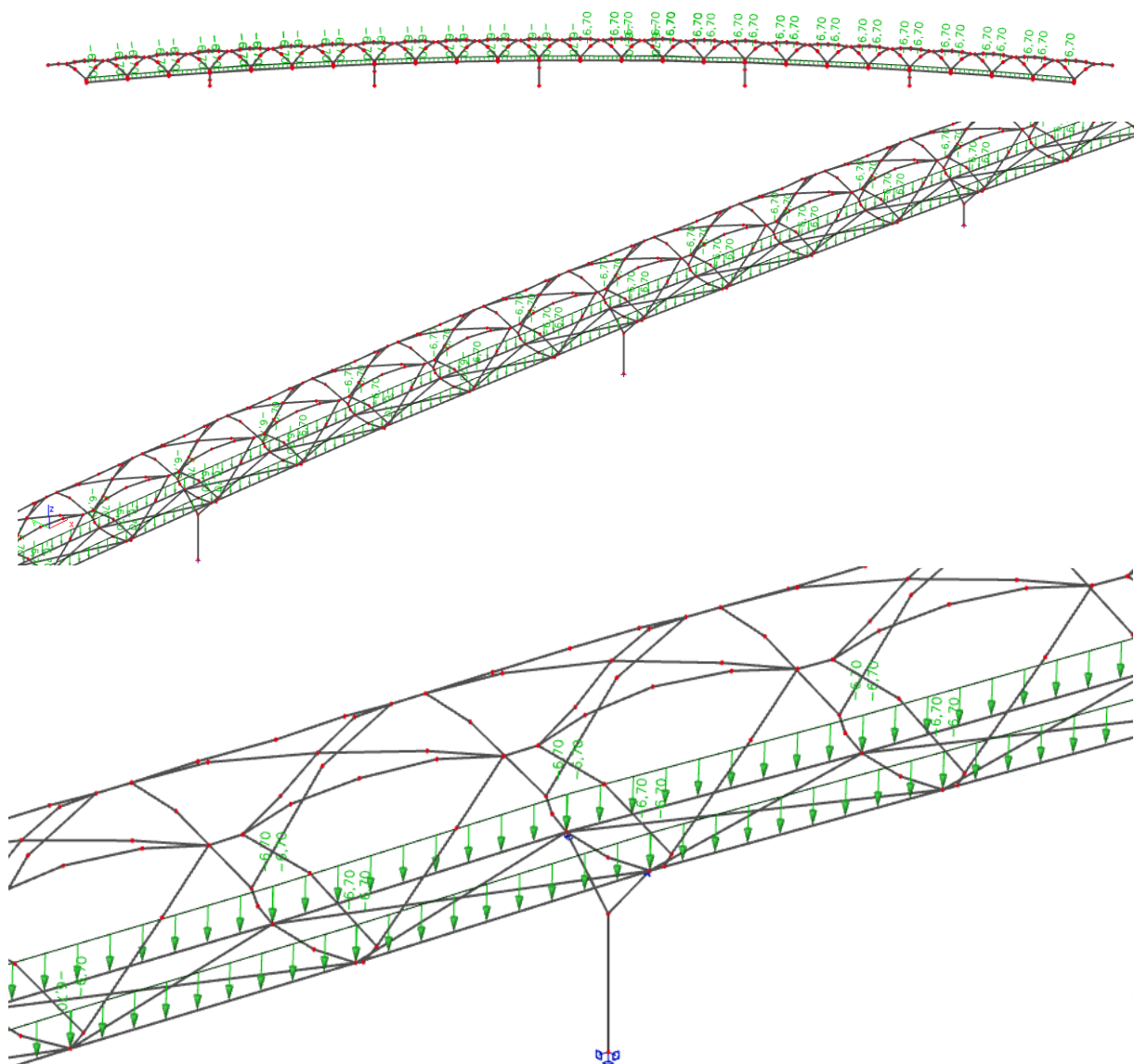
ZATĚŽOVACÍ STAVY

VLASTNÍ TÍHA

Generovano programem SCIA Engineer

OSTATNÍ STÁLÉ - MOSTOVKA + ZÁBRADLÍ

Vlastní tíha	Jméno	Mostovka
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Stálé
Vitr podélny	Skupina zatížení	SZ1
Pristřesek	Typ zatížení	Standard
Teplota +30		
Chodci 1		
Teplota -30		
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



OSTATNÍ STÁLÉ – PŘÍSTŘEŠEK

Vlastní tíha

Mostovka

Vitr boční

Vitr podélný

Přístřešek

Teplota +30

Chodci 1

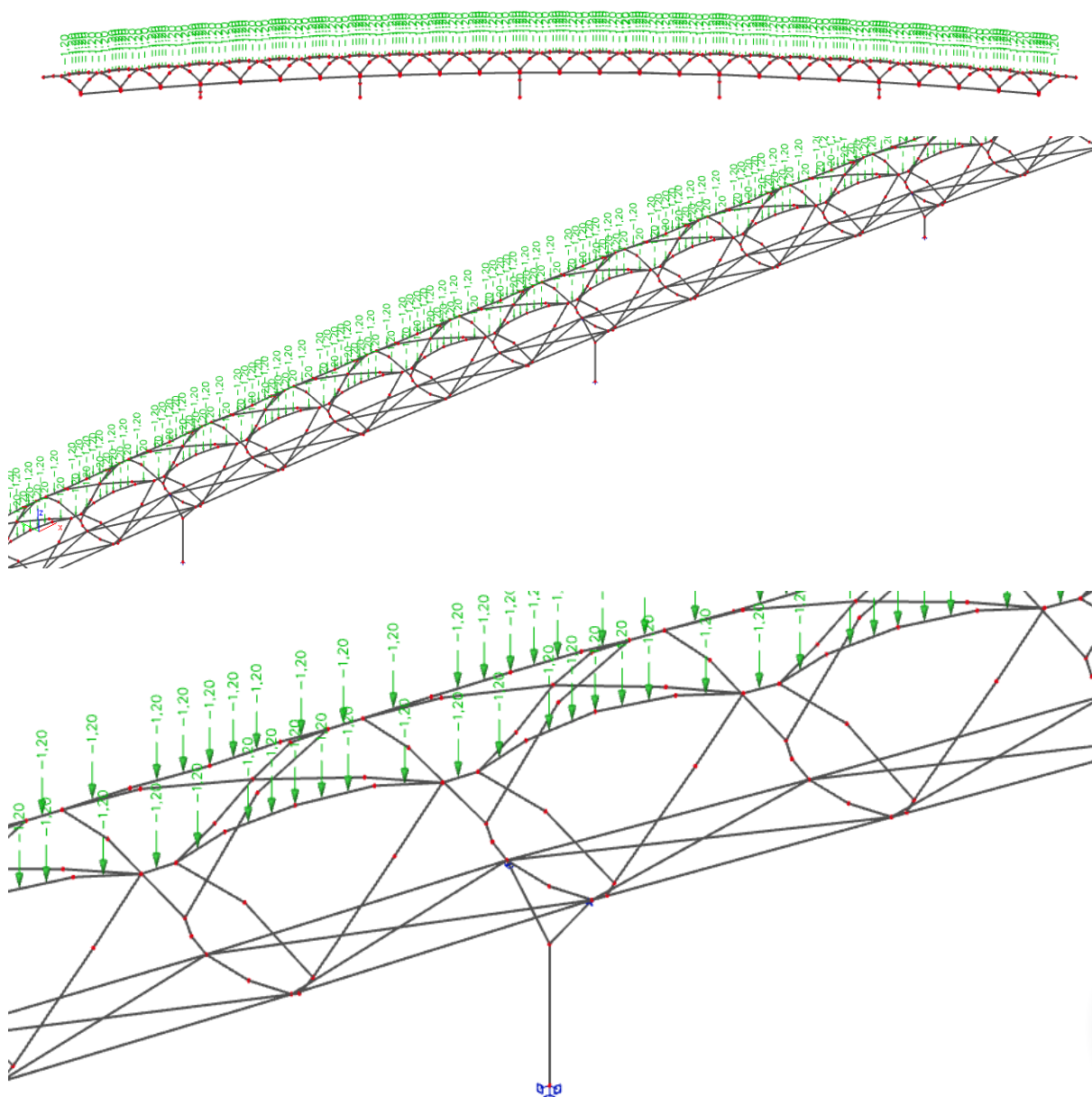
Teplota -30

Teplota +30 +10

Teplota -30 -10

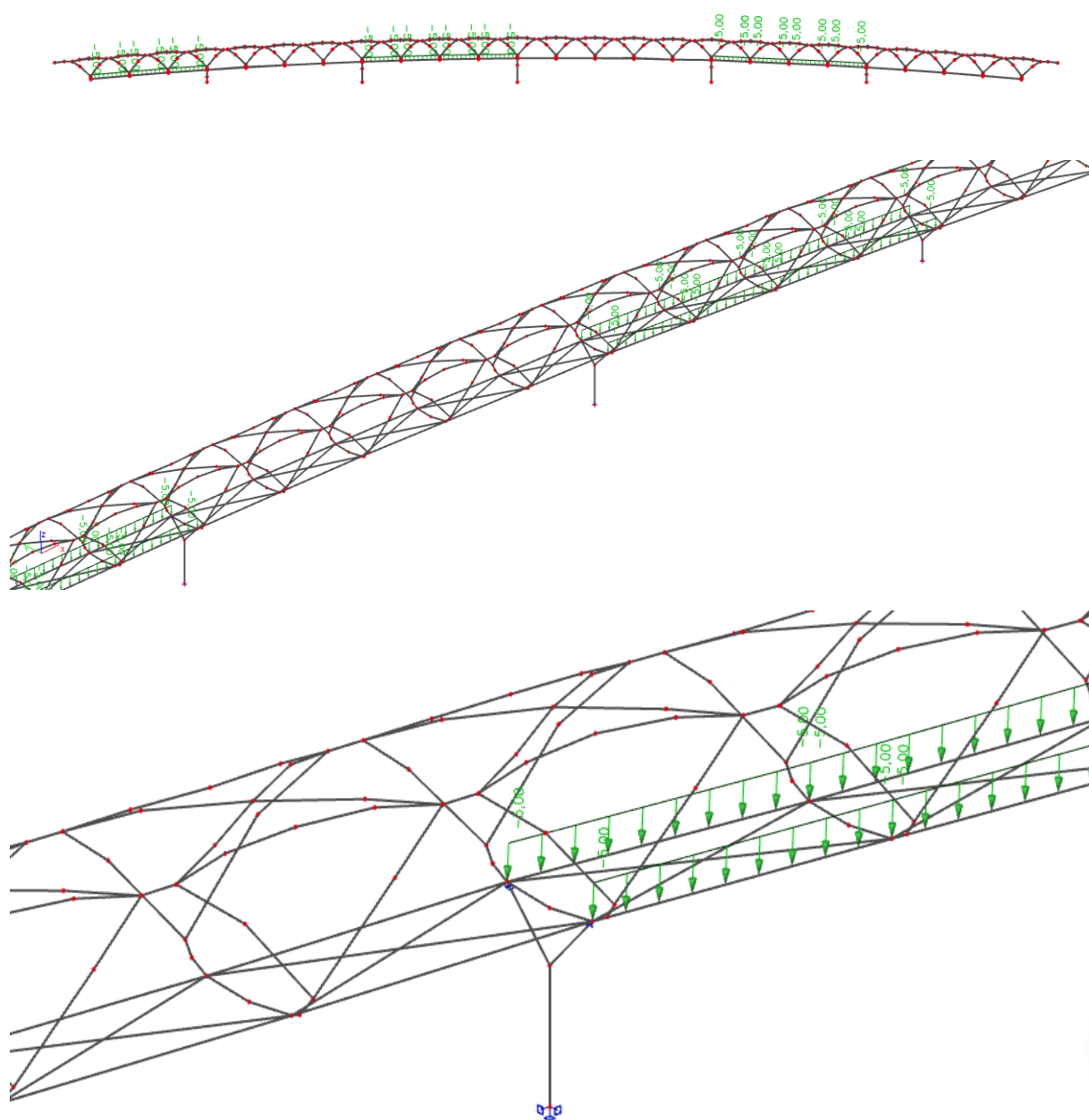
Chodci 2

Jméno	Přístřešek
Popis	
Typ působení	Stálé
Skupina zatížení	SZ1
Typ zatížení	Standard



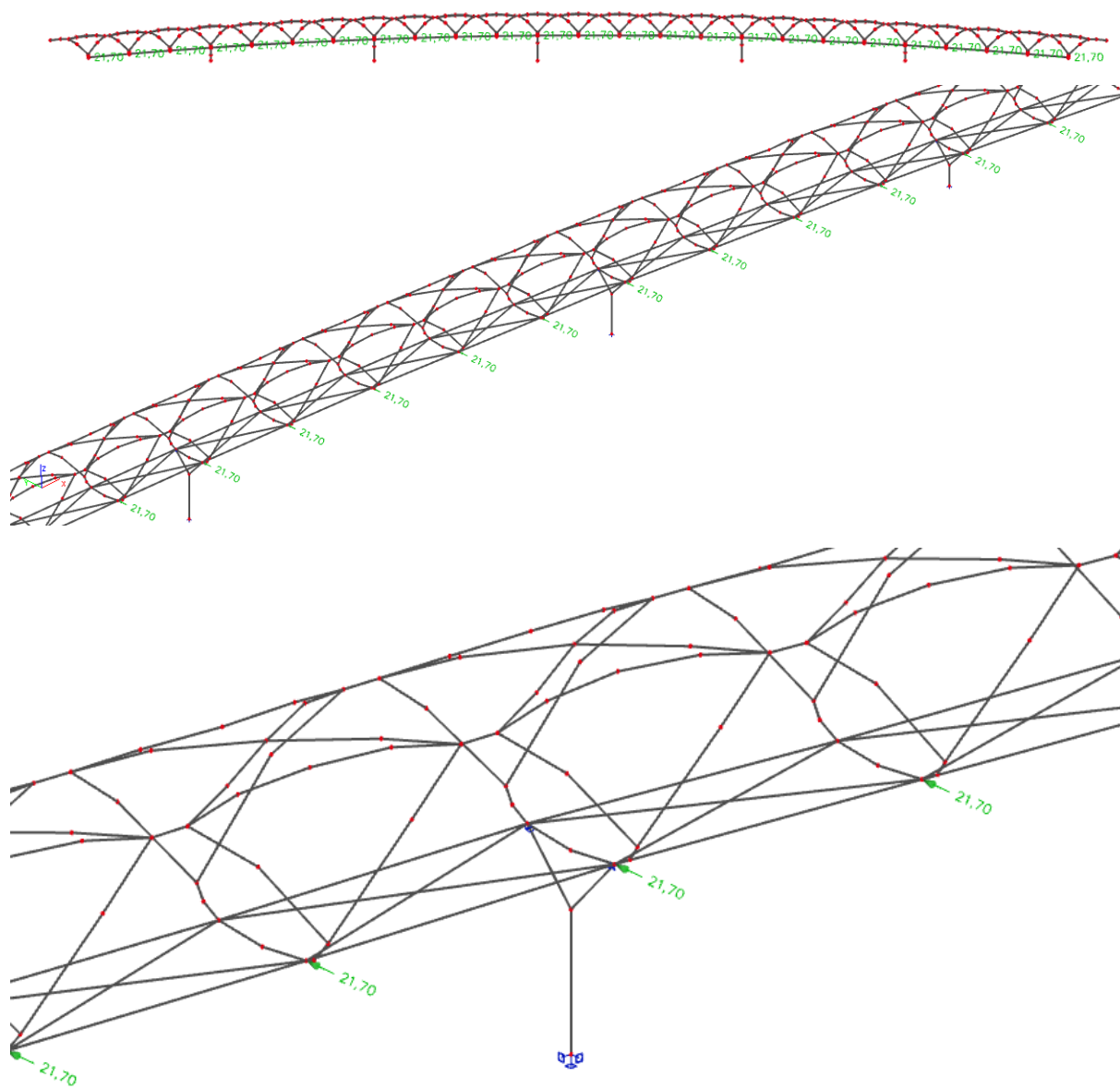
CHODCI 1

Vlastní tíha	Jméno	Chodci 1
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Proměnné
Vitr podelný	Skupina zatížení	SZ2
Přístrešek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Standard
Chodci 1	Působení	Krátkodobé
Teplota -30	Řídicí zat. stav	Žádný
Teplota +30 +10	3D vitr	<input type="checkbox"/>
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



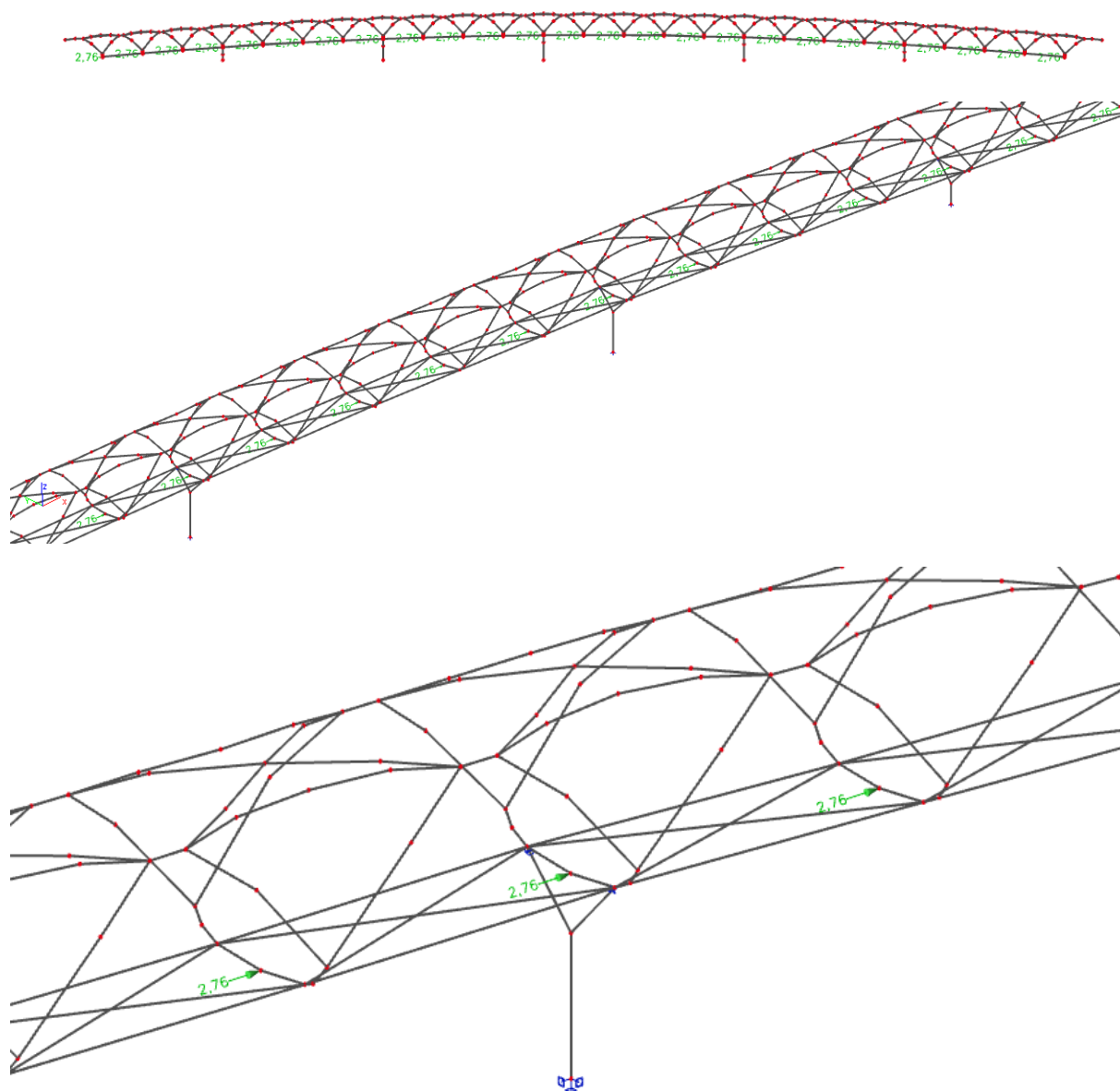
VÍTR BOČNÍ

Vlastní tíha	Jméno	Vítr boční
Mostovka	Popis	
Vítr boční	Typ působení	Proměnné
Vítr podélný	Skupina zatížení	SZ2
Přístřešek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Statický vítr
Chodci 1	Řídicí zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vítr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



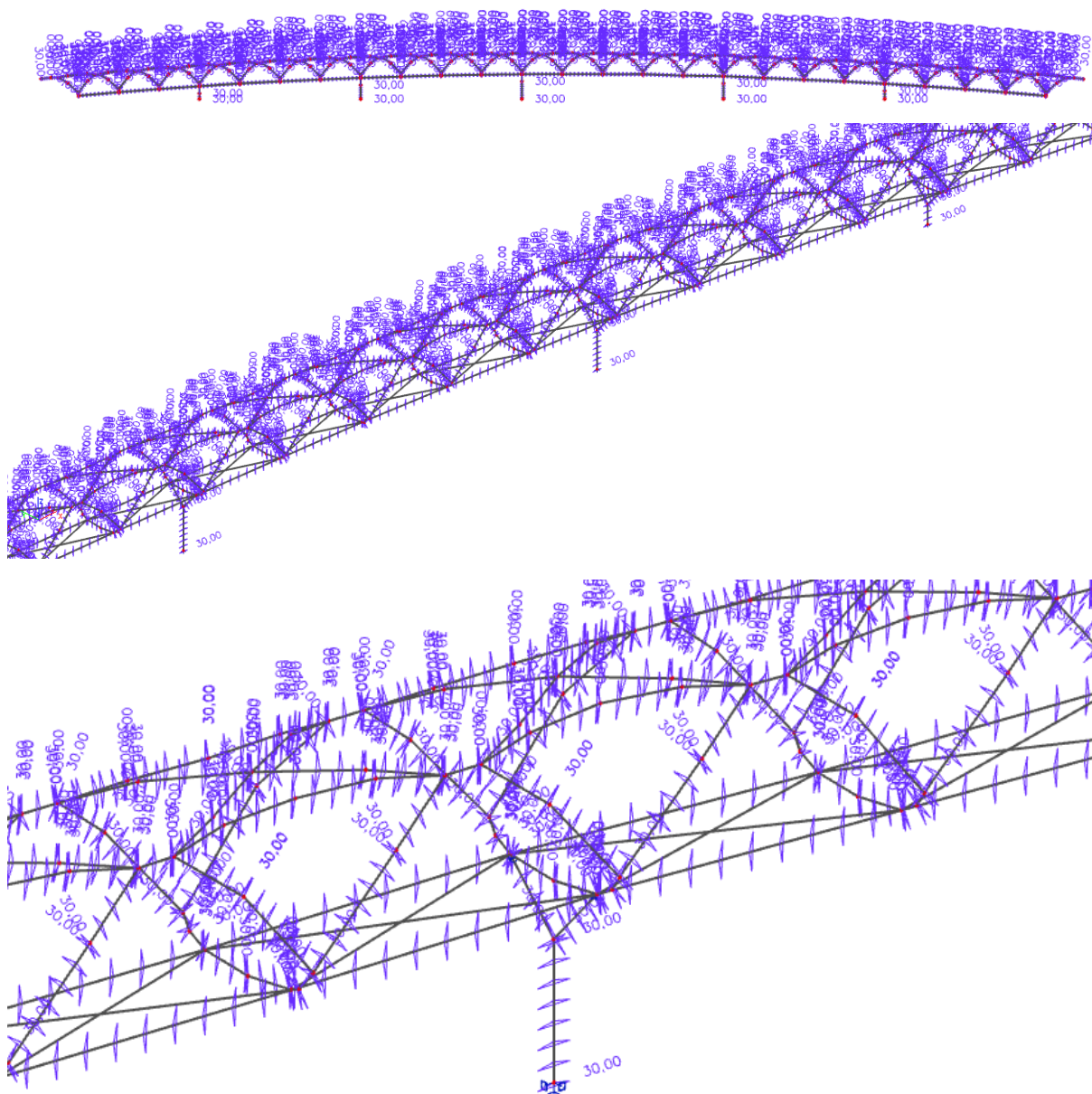
VÍTR PODÉLNÝ

Vlastní tíha	Jméno	Vitr podelny
Mostovka	Popis	
Vitr bočni	Typ působení	Proměnné
Vitr podelny	Skupina zatížení	SZ3
Přístřešek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Statický vítr
Chodci 1	Rídící zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vítr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



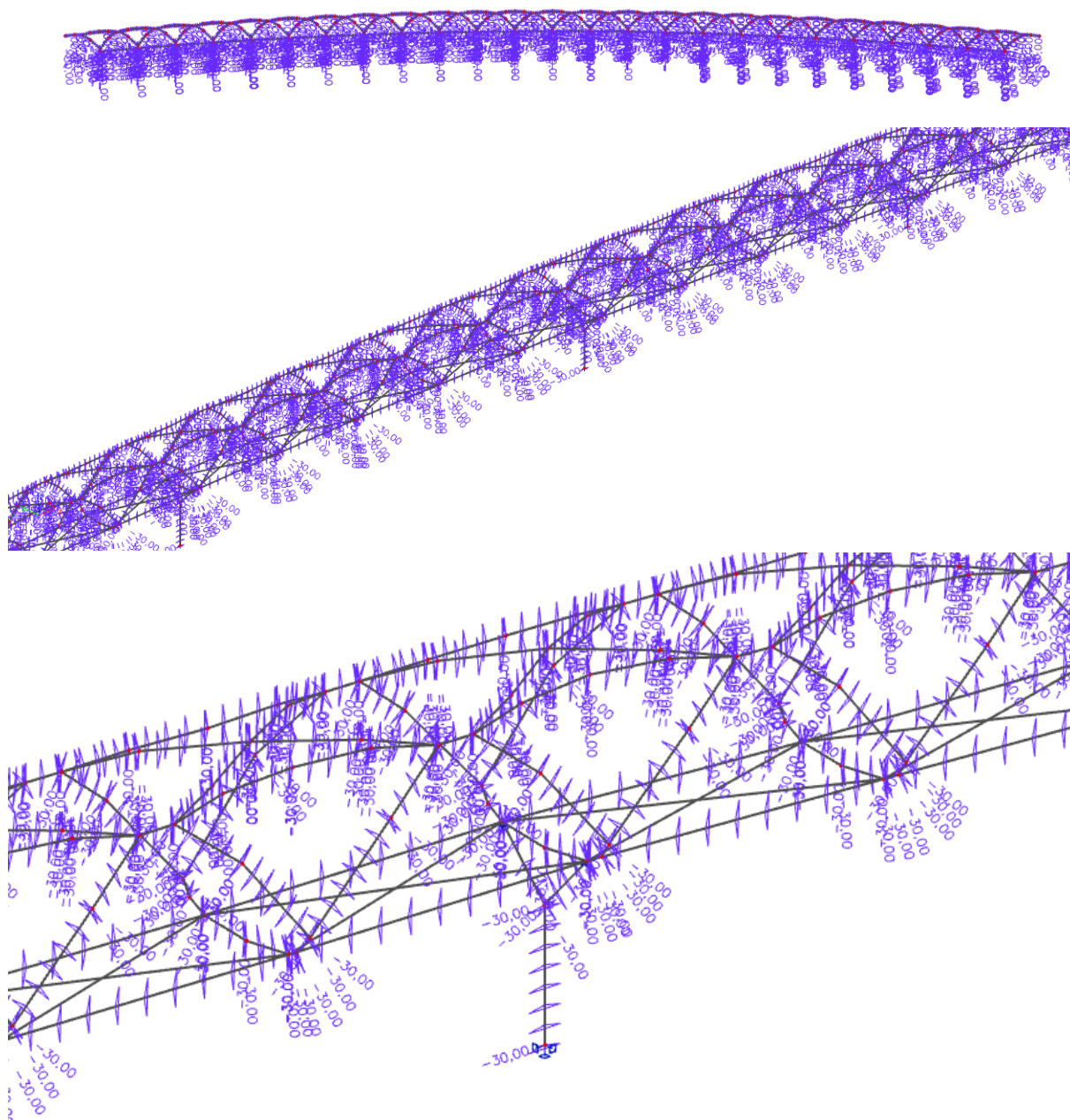
TEPLOTA +30 NA CELOU KONSTRUKCI

Vlastní tíha	Jméno	Teplota +30
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Proměnné
Vitr podélny	Skupina zatížení	SZ2
Přístresek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Teplota
Chodci 1	Řídicí zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vitr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



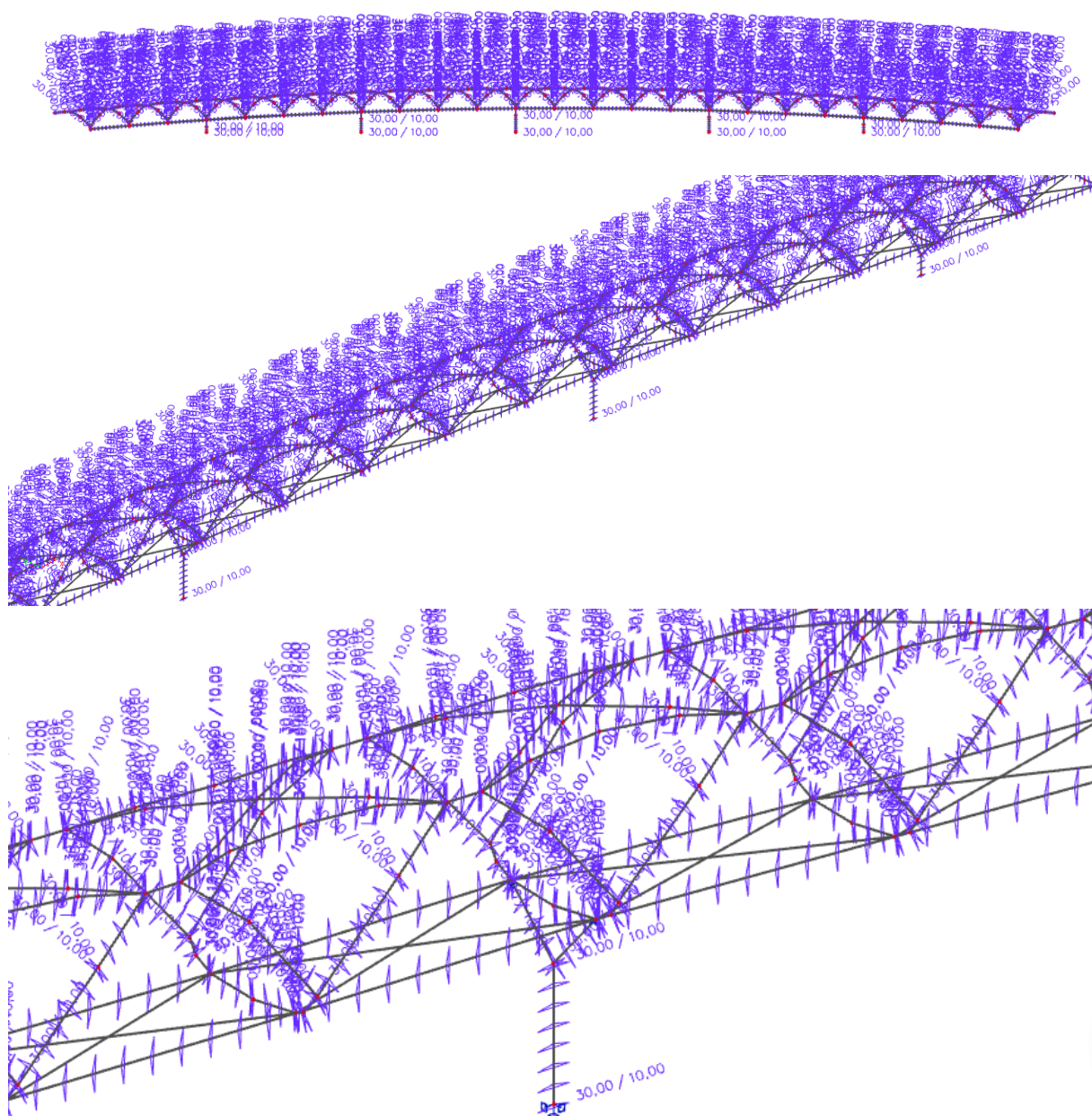
TEPLOTA -30 NA CELOU KONSTRUKCI

Vlastní tíha	Jméno	Teplota -30
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Proměnné
Vitr podélny	Skupina zatížení	SZ3
Přístresek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Teplota
Chodci 1	Řídicí zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vitr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



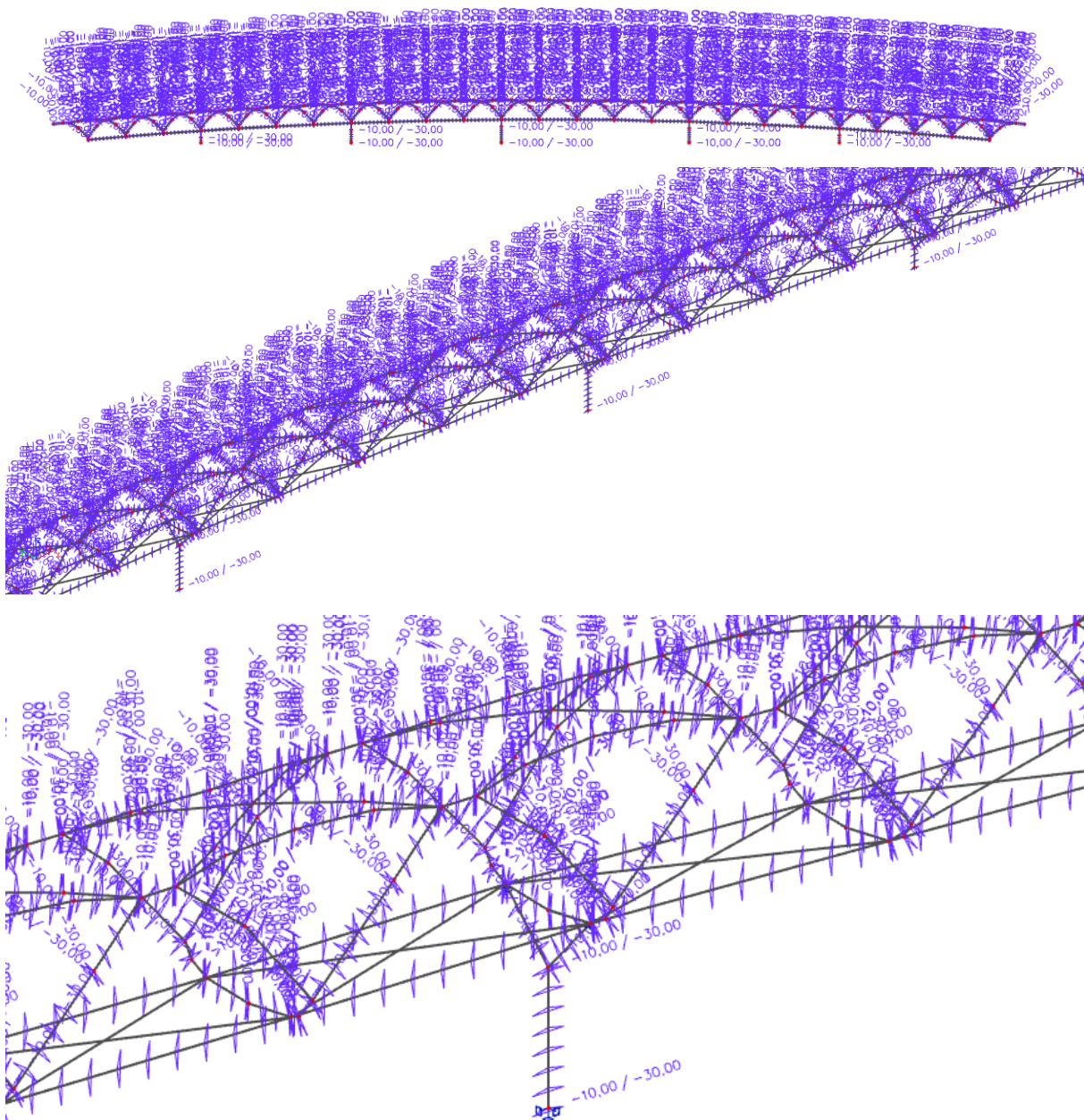
TEPLOTA +10 NA JEDNU PŮLKU, +30 NA DRUHOU

Vlastní tíha	Jméno	Teplota +30 +10
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Proměnné
Vitr podélný	Skupina zatížení	SZ4
Přístresek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Teplota
Chodci 1	Řídicí zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vitr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



TEPLOTA -30 NA JEDNU PŮLKU, -10 NA DRUHOU

Vlastní tíha	Jméno	Teplota -30 -10
Mostovka	Popis	
Vitr boční	Typ působení	Proměnné
Vitr podélný	Skupina zatížení	SZ5
Přístresek	Typ zatížení	Statické
Teplota +30	Specifikace	Teplota
Chodci 1	Řídící zat. stav	Žádný
Teplota -30	3D vitr	<input type="checkbox"/>
Teplota +30 +10		
Teplota -30 -10		
Chodci 2		



KOMBINACE

MSÚ	Jméno	MSÚ	MSÚ	Jméno	MSP
MSP	Popis		MSP	Popis	
MSP-Kvazi (auto)	Typ	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	MSP-Kvazi (auto)	Typ	EN-MSP charakteristická
	Automaticky aktualizovat	<input type="checkbox"/>		Automaticky aktualizovat	<input checked="" type="checkbox"/>
	Konstrukce	Budova		Konstrukce	Budova
	Aktivní součinitele	<input checked="" type="checkbox"/>		Aktivní součinitele	<input type="checkbox"/>
	Obsah kombinace			Obsah kombinace	
	Vlastní tíha [-]	1,35		Vlastní tíha [-]	1,00
	Mostovka [-]	1,35		Mostovka [-]	1,00
	Vitr boční [-]	1,50		Vitr boční [-]	1,00
	Vitr podelny [-]	1,50		Vitr podelny [-]	1,00
	Přístresek [-]	1,35		Přístresek [-]	1,00
	Teplota +30 [-]	1,50		Teplota +30 [-]	1,00
	Chodci 1 [-]	1,50		Chodci 1 [-]	1,00
	Teplota -30 [-]	1,50		Teplota -30 [-]	1,00
	Teplota +30 +10 [-]	1,50		Teplota +30 +10 [-]	1,00
	Teplota -30 -10 [-]	1,50		Teplota -30 -10 [-]	1,00
				Chodci 2 [-]	1,00

PRŮŘEZY

CS1 - MSH300x300x16,0
CS3 - Polygon s otvorem...
CS5 - Obecný průřez
CS6 - SH500/500/22,0

Jméno CS1
Typ MSH300x300x16,0
Typ tvaru Tenkostěnný
Počáteční tvar Přijustný

Popis typu a zdroje
Zdroj hodnot Structural hollow sections / Vallourec & M...
Popis typu obdélníková trubka

Parametry
Materiál S 355 H
Obdélníkové uzavřené průřezy MSH300x300x16,0
Filtr knihovny průřezů Všechny průřezy

CS1 - MSH300x300x16,0
CS3 - Polygon s otvorem...
CS5 - Obecný průřez
CS6 - SH500/500/22,0

Jméno CS3
Typ Polygon s otvorem
Detailní 50; 10; 8
Typ tvaru Tlustostěnný
Počáteční tvar Není dostupné

Parametry
Materiál S 355
R [mm] 50
t [mm] 10
n 8

CS1 - MSH300x300x16,0
CS3 - Polygon s otvorem...
CS5 - Obecný průřez
CS6 - SH500/500/22,0

Jméno CS5
Typ Obecný průřez
Typ tvaru Tenkostěnný
Počáteční tvar Přijustný

Parametry
Mat 1 S 355
Použitá barva Standardní barva
Barva
Výroba obecný

Vzpěrné klivky

CS1 - MSH300x300x16,0
CS3 - Polygon s otvorem...
CS5 - Obecný průřez
CS6 - SH500/500/22,0

Jméno CS6
Typ SH500/500/22,0
Typ tvaru Tenkostěnný
Počáteční tvar Přijustný

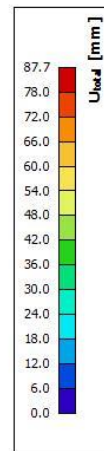
Popis typu a zdroje
Zdroj hodnot Corus Advance Sections
Popis typu Jumbo355 čtvercové trubky

Parametry
Materiál S 355
Obdélníkové uzavřené průřezy SH500/500/22,0
Filtr knihovny průřezů Všechny průřezy

DEFORMOVANÁ KONSTRUKCE U_{total} (MSP)

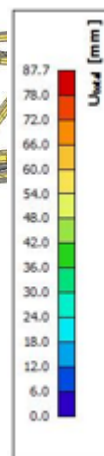
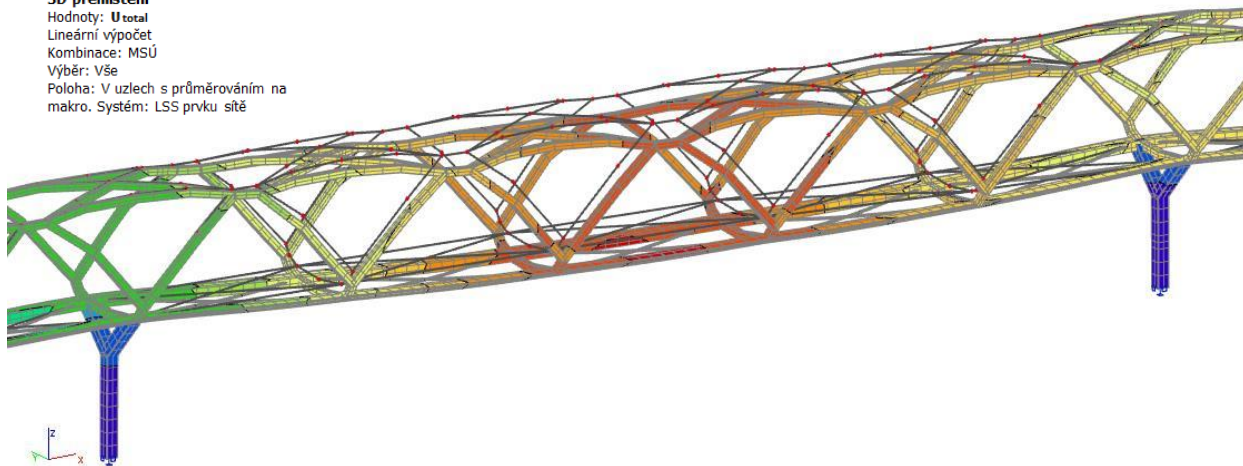
3D přemístění

Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



3D přemístění

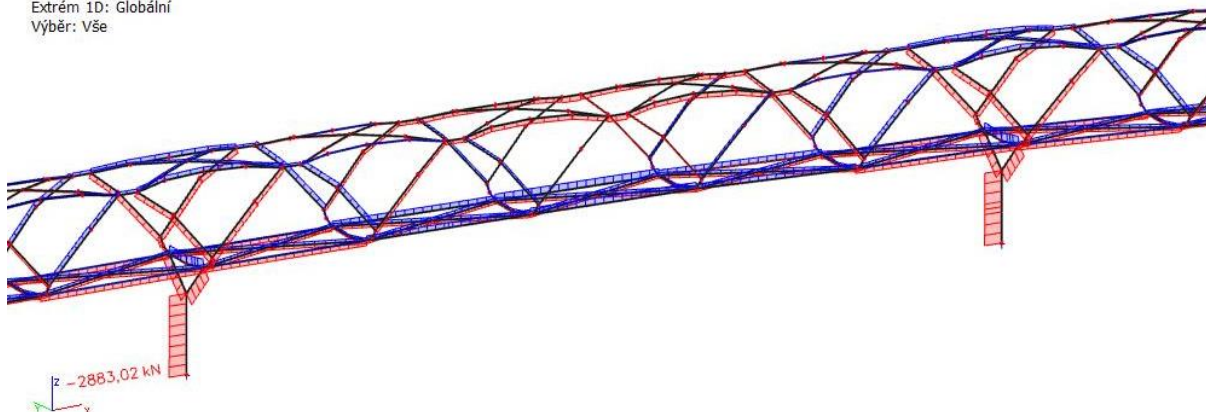
Hodnoty: U_{total}
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ
Výběr: Vše
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



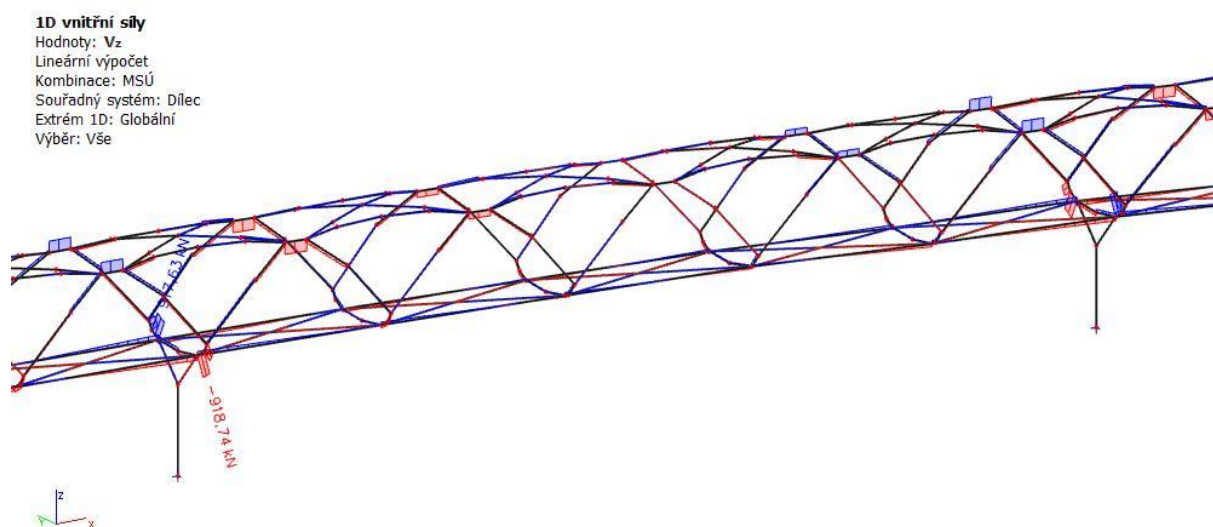
PRŮBĚHY – NORMALOVÝ SÍLA N (MSÚ)

1D vnitřní síly

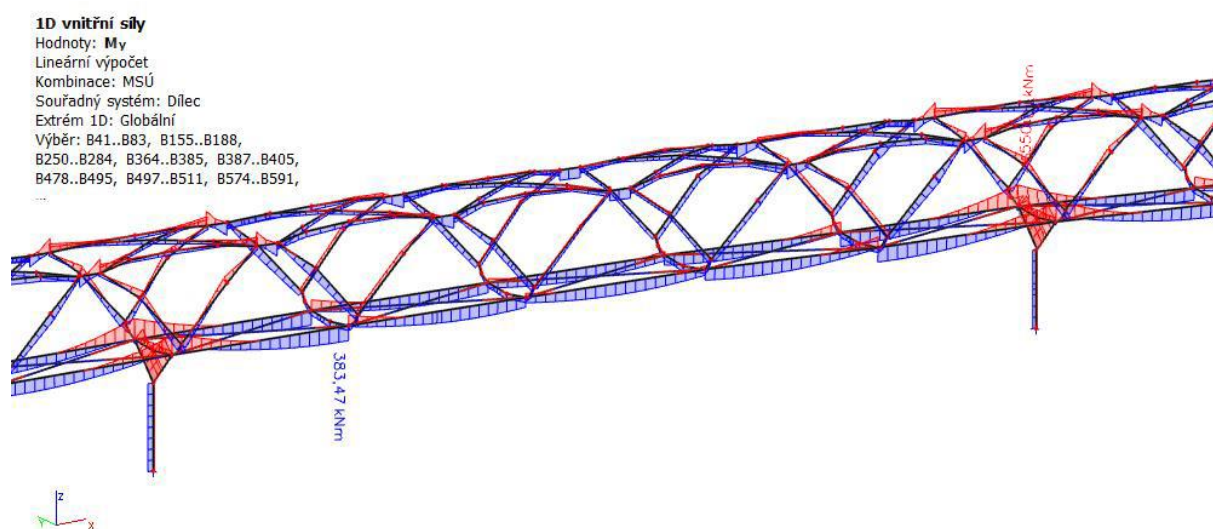
Hodnoty: N
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ
Souřadný systém: Dílec
Extrém 1D: Globální
Výběr: Vše



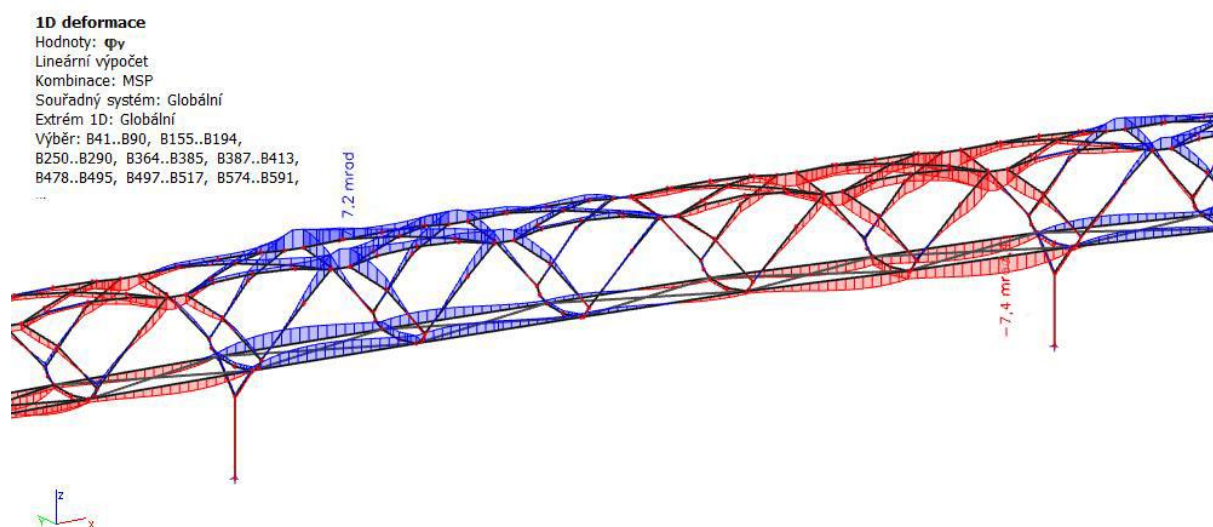
PRŮBĚHY – POSOUVAJÍCÍ SÍLA V_z (MSÚ)



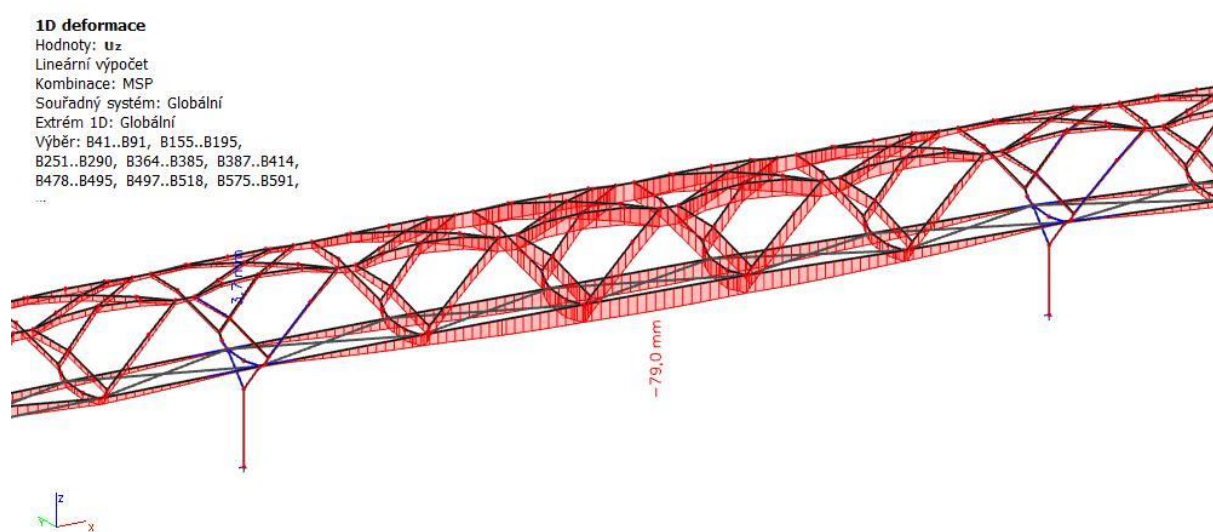
PRŮBĚHY – OHYBOVÝ MOMENT M_y (MSÚ)



PRŮBĚHY –POOTOČENÍ φ_y (MSP)



PRŮBĚHY –PRŮHYB u_z (MSP)



POSOUZENÍ HLAVNÍCH PRVKŮ

SLOUP

1. VNITŘNÍ SILY

$$N_{ed} = -2883 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 165,5 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 879,1 \text{ kNm}$$

$$V_{ed,y} = 194,2 \text{ kN}$$

Návrh → ocelový průřez 500x500x22 mm

2. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A = 40800 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,z} = 21200 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 15 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 73 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,y} = 61 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 194 \text{ mm}$$

$$I_z = 15 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$i_z = 194 \text{ mm}$$

$$I_t = 22 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 0 \text{ mm}^6$$

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$$t_w = 22 \text{ mm}$$

$$d = 500 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 1,0$$

3. POSOUZENÍ SLOUPU NA TLAK S VLIVEM VZPERU

$$l_{cr,z} = 2 \times L = 2 \times 4115 \text{ mm} = 8230 \text{ mm}$$

$$l_{cr,y} = 0,7 \times L = 2880,5 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{8230}{194} = 42,4$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2880,5}{194} = 14,8$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_i} = \frac{\lambda_z}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \frac{42,4}{93,9 \cdot 0,814} = 0,56$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_i} = \frac{\lambda_y}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \frac{14,8}{93,9 \cdot 0,814} = 0,19$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d}\right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{2883}{355 \cdot 22 \cdot 500}\right) = 0,5$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,75$$

$$\Phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,52$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{0,75 + \sqrt{0,75^2 - 0,56^2}} = 0,8$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,19^2}} = 0,99$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot F_{yd}}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,8 \cdot 0,0408 \cdot 355000}{1,1} = 10533,8 \text{ kN} > 2883 \text{ kN}$$

→ průřez na namáhání tlaku s vlivem vzperu **vyhovuje**

4. POSOUZENÍ SLOUPU NA INTERAKCI MOMENTU A NORMÁLOVÉ SÍLY VE SMĚRU Y A VE SMĚRU Z

$$C_{my} = C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi \geq 0,4$$

$$-1 \leq \psi \leq 1$$



$$C_{my} = 0,64$$

$$C_{mz} = 1$$

$$X_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 0,74$$

$$k_{zy} = 0,97$$

$$k_{yz} = 1,19$$

$$k_{zz} = 0,97$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{aligned} & c_{my} \cdot (1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}}) \\ & c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}}) \end{aligned} \right.$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{aligned} & 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda_z}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} \\ & 1 - \frac{0,1}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \end{aligned} \right.$$

Interakce $M_y + N = 0,248 < 1$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Interakce $M_z + N = 0,605 < 1$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Interakce $M_y + N = 0,263 < 1$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Interakce $M_z + N = 0,530 < 1$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

→ průřez na namáhání interakci momentu a normálové síly **vyhovuje**

NOSNÍK PODELNÝ

1. VNITŘNÍ SILY

$$M_{ed,y} = -550,4 \text{ kNm}$$

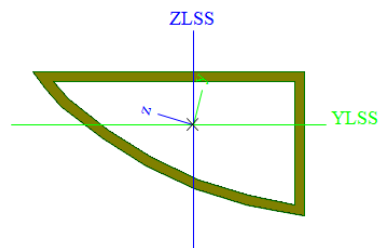
$$M_{ed,z} = 526,3 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, tlak} = -1206,4 \text{ kN}$$

$$N_{ed, tah} = 1018,6 \text{ kN}$$

$$V_{ed,z} = 195,5 \text{ kN}$$

Návrh → tenkostěnný průřez speciální 700 x 370 mm



2. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A = 44300 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,z} = 33400 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 23 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 89 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,y} = 53 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 227 \text{ mm}$$

$$I_z = 57 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_z = 113 \text{ mm}$$

$$I_t = 4 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 0 \text{ mm}^6$$

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$$t_w = 25 \text{ mm}$$

3. POSOUZENÍ NOSNÍKU NA TLAK S VLIVEM VZPĚRU

$$l_{cr,z} = 6612 \text{ mm}$$

$$l_{cr,y} = 18890 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{6612}{113} = 58,5$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{18890}{227} = 83,2$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_i} = \frac{\lambda_z}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \frac{58,5}{93,9 \cdot 0,814} = 0,77$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_i} = \frac{\lambda_y}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \frac{83,2}{93,9 \cdot 0,814} = 1,09$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d} \right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{1206,4}{355 \cdot 22 \cdot 500} \right) = 0,5$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,94$$

$$\Phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 1,32$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{0,94 + \sqrt{0,94^2 - 0,77^2}} = 0,68$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{1,32 + \sqrt{1,32^2 - 1,09^2}} = 0,48$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot F_{yd}}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,48 \cdot 0,0443 \cdot 355000}{1,1} = 6862,5 \text{ kN} > 1206,4 \text{ kN}$$

→ průřez na namáhání tlaku s vlivem vzperu **vyhovuje**

4. POSOUZENÍ NOSNÍKU NA TAH

$$N_{b,Rd} = A \cdot \frac{F_{yd}}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,0443 \cdot 355000}{1,1} = 14296 \text{ kN} > 1018,6 \text{ kN}$$

→ průřez na namáhání tahu **vyhovuje**

5. POSOUZENÍ NOSNÍKU NA PRŮHYB

$$w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{47200}{250} = 188,8 \text{ mm}$$

$$W_{ed} < W_{lim}$$

$$108,4 \text{ mm} < 188,8 \text{ mm}$$

→ průřez na namáhání průhybu **vyhovuje**

6. POSOUZENÍ NOSNÍKU NA INTERAKCI MOMENTU A NORMÁLOVÉ SÍLY VE SMĚRU Y A VE SMĚRU Z

$$C_{my} = C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi \geq 0,4$$

$$-1 \leq \psi \leq 1$$



$$C_{my} = 0,6$$

$$C_{mz} = 0,6$$

$$X_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 0,68$$

$$k_{zy} = 0,98$$

$$k_{yz} = 0,65$$

$$k_{zz} = 0,98$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \cdot (1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \\ c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}}) \end{array} \right.$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda_z}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{ED}}{A \cdot f_{yd}} \\ 1 - \frac{0,1}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \end{array} \right.$$

$$\text{Interakce } M_y + N = 0,279 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_z + N = 0,268 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_y + N = 0,276 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_z + N = 0,276 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

→ průřez na namáhání interakci momentu a normálové síly **vyhovuje**

DIAGONÁLA

1. VNITŘNÍ SILY

$$N_{ed, \text{tah}} = 715,4 \text{ kN}$$

$$W_{ed, \text{tah}} = 2,6 \text{ mm}$$

$$N_{ed, \text{tlak}} = 813,3 \text{ kN}$$

$$W_{ed, \text{tlak}} = 2,9 \text{ mm}$$

$$V_{ed} = 124,9 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 246,5 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = -205,5 \text{ kNm}$$

Návrh → ocelový průřez 300x300x16 mm

2. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A = 18000 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,z} = 9400 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$W_{pl,y} = 19 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,y} = 16 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 115 \text{ mm}$$

$$I_z = 24 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_z = 115 \text{ mm}$$

$$I_t = 36 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 0 \text{ mm}^6$$

$$f_y = 355 \text{ Mpa}$$

$$t_w = 16 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 1,0$$

3. POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONALY NA TLAK S VLIVEM VZPERU

$$l_{cr} = L = 5,575$$

$$\lambda_{z,y} = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{5575}{115} = 48,5$$

$$\lambda'_{z,y} = \frac{\lambda_z}{\lambda_i} = \frac{\lambda_z}{93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}}} = \frac{48,5}{93,9 \cdot 0,814} = 0,63$$

$$\alpha = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{N_{Ed}}{f_y \cdot t_w \cdot d}\right) = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{813,3}{355 \cdot 16 \cdot 300}\right) = 0,5$$

$$\Phi_{z,y} = 0,5 \cdot (1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2) = 0,8$$

$$\chi_{z,y} = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda'^2}} = \frac{1}{0,94 + \sqrt{0,94^2 - 0,77^2}} = 0,77$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot F_{yd}}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,77 \cdot 0,018 \cdot 355000}{1,1} = 4473 \text{ kN} > 813,3 \text{ kN}$$

→ průřez na namáhání tlaku s vlivem vzperu **vyhovuje**

4. POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONALY NA PRŮHYB

$$w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{5575}{250} = 5,86 \text{ mm}$$

$$W_{ed} < W_{lim}$$

$$2,9 \text{ mm} < 5,86 \text{ mm}$$

→ průřez na namáhání průhybu **vyhovuje**

6. POSOUZENÍ TAŽENÉ DIAGONALY NA TAH

$$N_{b,Rd} = \frac{A \cdot F_{yd}}{\gamma_{m1}} \geq N_{Ed}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,018 \cdot 335000}{1,1} = 5481 \text{ kN} > 715,4 \text{ kN}$$

→ průřez na namáhání tahu **vyhovuje**

7. POSOUZENÍ TAŽENÉ DIAGONALY NA PRŮHYB

$$w_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{5575}{250} = 5,86 \text{ mm}$$

$$W_{ed} < W_{lim}$$

$$2,6 \text{ mm} < 5,86 \text{ mm}$$

→ průřez na namáhání průhybu **vyhovuje**

8. POSOUZENÍ DIAGONÁLY NA INTERAKCI MOMENTU A NORMÁLOVÉ SÍLY VE SMĚRU Y A VE SMĚRU Z

$$C_{my} = C_{mz} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi \geq 0,4$$

$$-1 \leq \psi \leq 1$$



$$C_{my} = 0,84$$

$$C_{mz} = 0,92$$

$$X_{LT} = 1$$

$$k_{yy} = 0,90$$

$$k_{zy} = 0,99$$

$$k_{yz} = 0,90$$

$$k_{zz} = 0,99$$

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \cdot (1 + (\lambda_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \\ c_{my} \cdot (1 + 0,8 \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}}) \end{array} \right.$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \lambda_z}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{ED}}{A \cdot f_{yd}} \\ 1 - \frac{0,1}{(c_{m,LT} - 0,25) \cdot \chi_z} \cdot \frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \end{array} \right.$$

$$\text{Interakce } M_y + N = 0,494 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_z + N = 0,439 < 1$$

$$\frac{N_{ED}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_y + N = 0,527 < 1$$

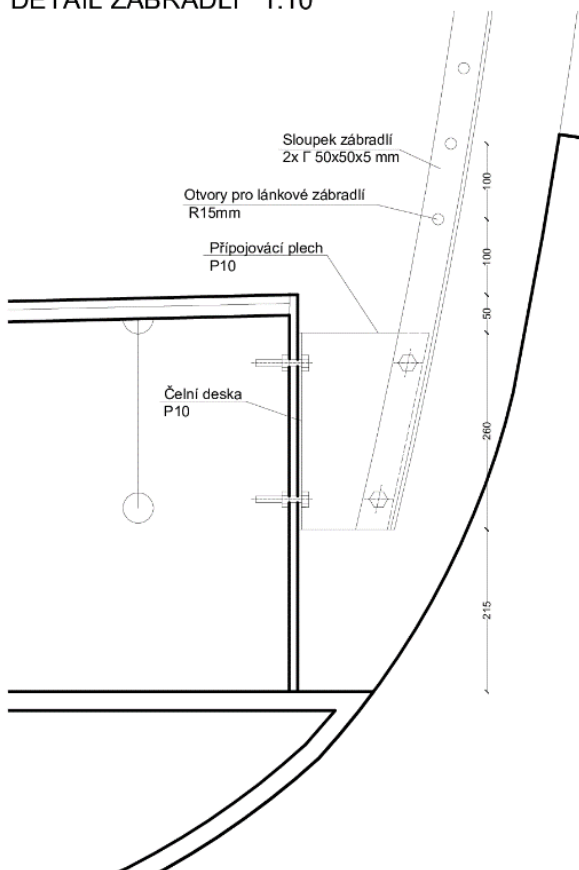
$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{ED,y}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\text{Interakce } M_z + N = 0,467 < 1$$

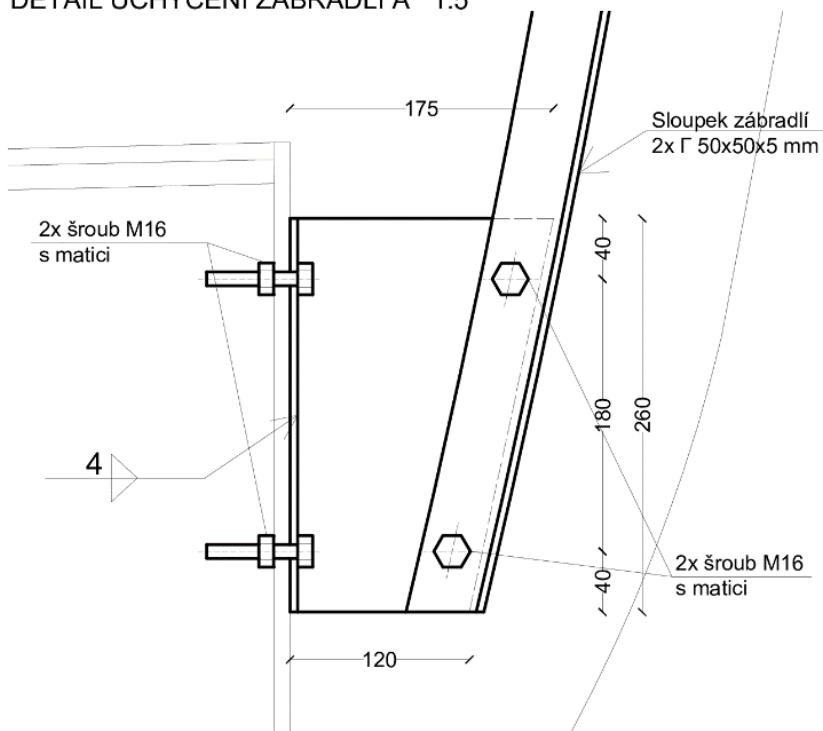
$$\frac{N_{ED}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{ED,z}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

→ průřez na namáhání interakci momentu a normálové síly **vyhovuje**

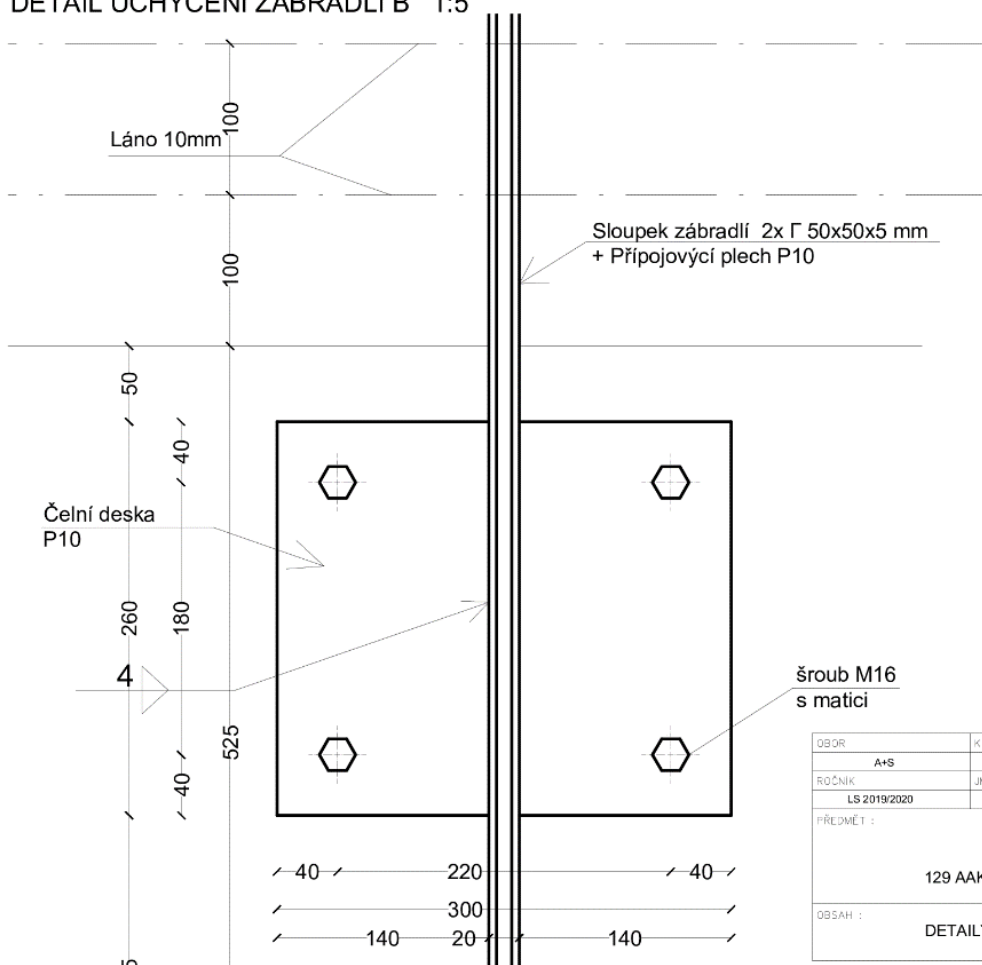
DETAIL ZÁBRADLÍ 1:10




DETAIL UCHYCENÍ ZÁBRADLÍ A 1:5

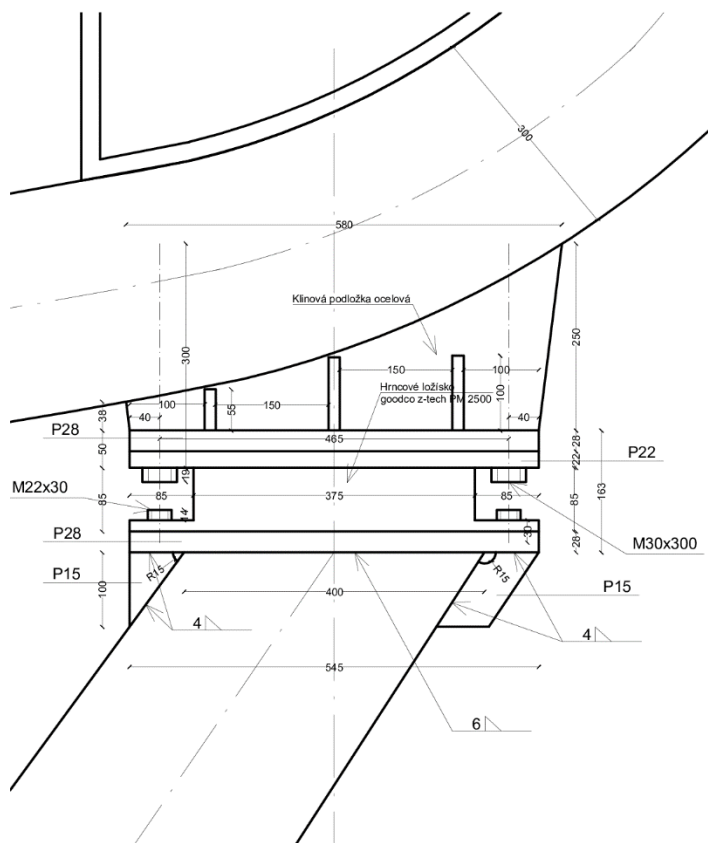


DETAIL UCHYCENÍ ZÁBRADLÍ B 1:5

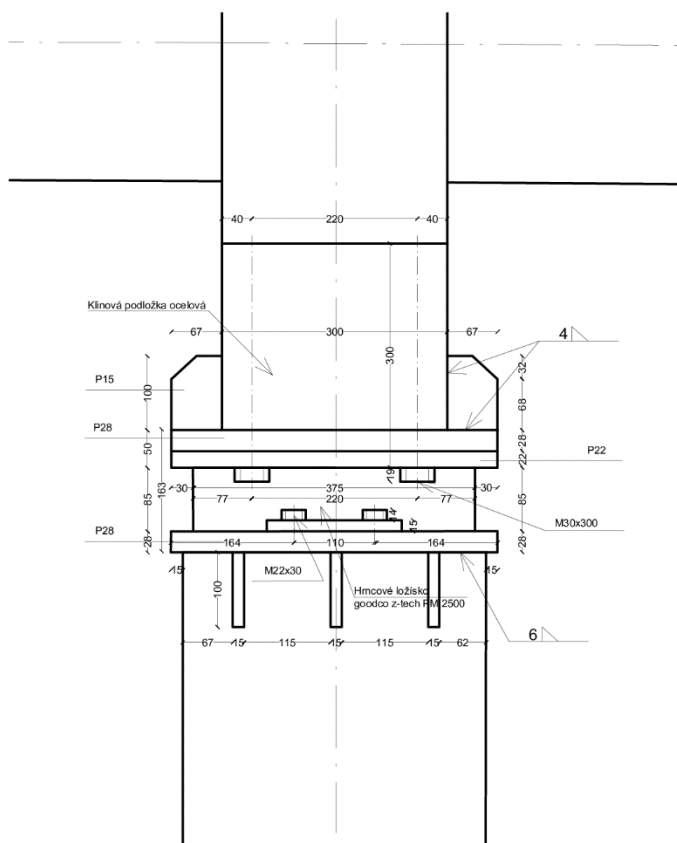


OBOR	KATEDRA	VYUČUJÍCÍ	
A+S	129	Doc. Ing. arch. Patrik Kotas Ing. arch. Karel Hájek, Ph.D.	
ROČNÍK	JMENO STUDENTA		
LS 2019/2020	MARGARITA DEMINA		
PŘEDMĚT :			
129 AAKA			FORMAT A4
			MĚŘÍTKO 1:10 / 1:5
			DATUM 09.06.2020
OBSAH :			Č. VÝKR. 1
DETAILY KOTVENÍ ZÁBRADLÍ			

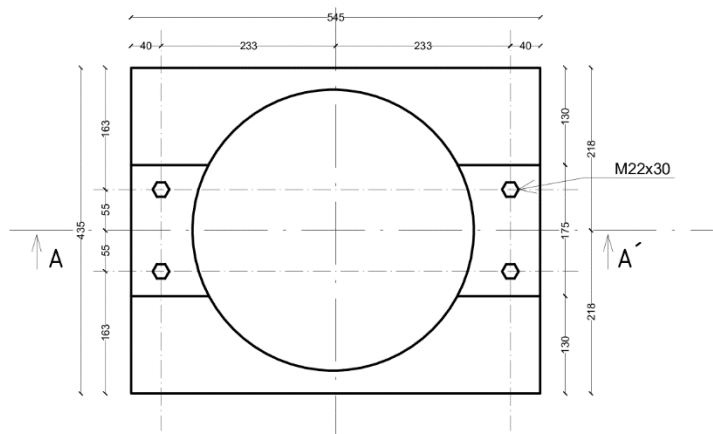
POHLED A



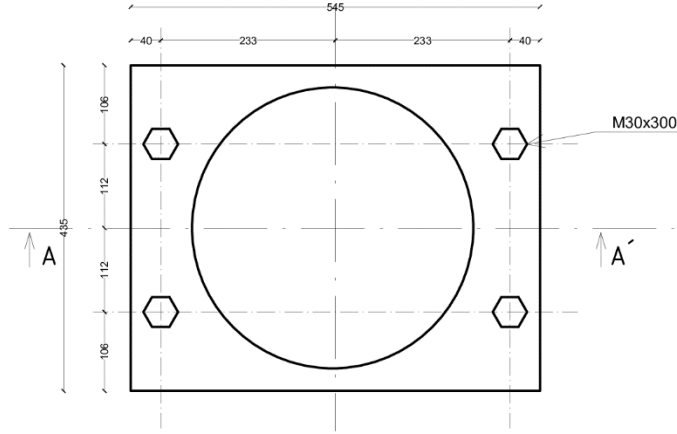
POHLED B



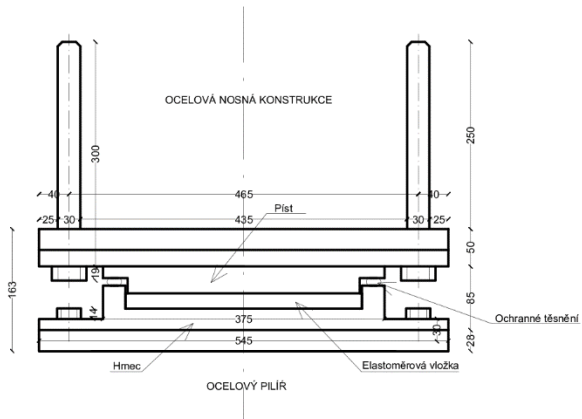
DOLNÍ KOTEVNÍ DESKA




HORNÍ KOTEVNÍ DESKA

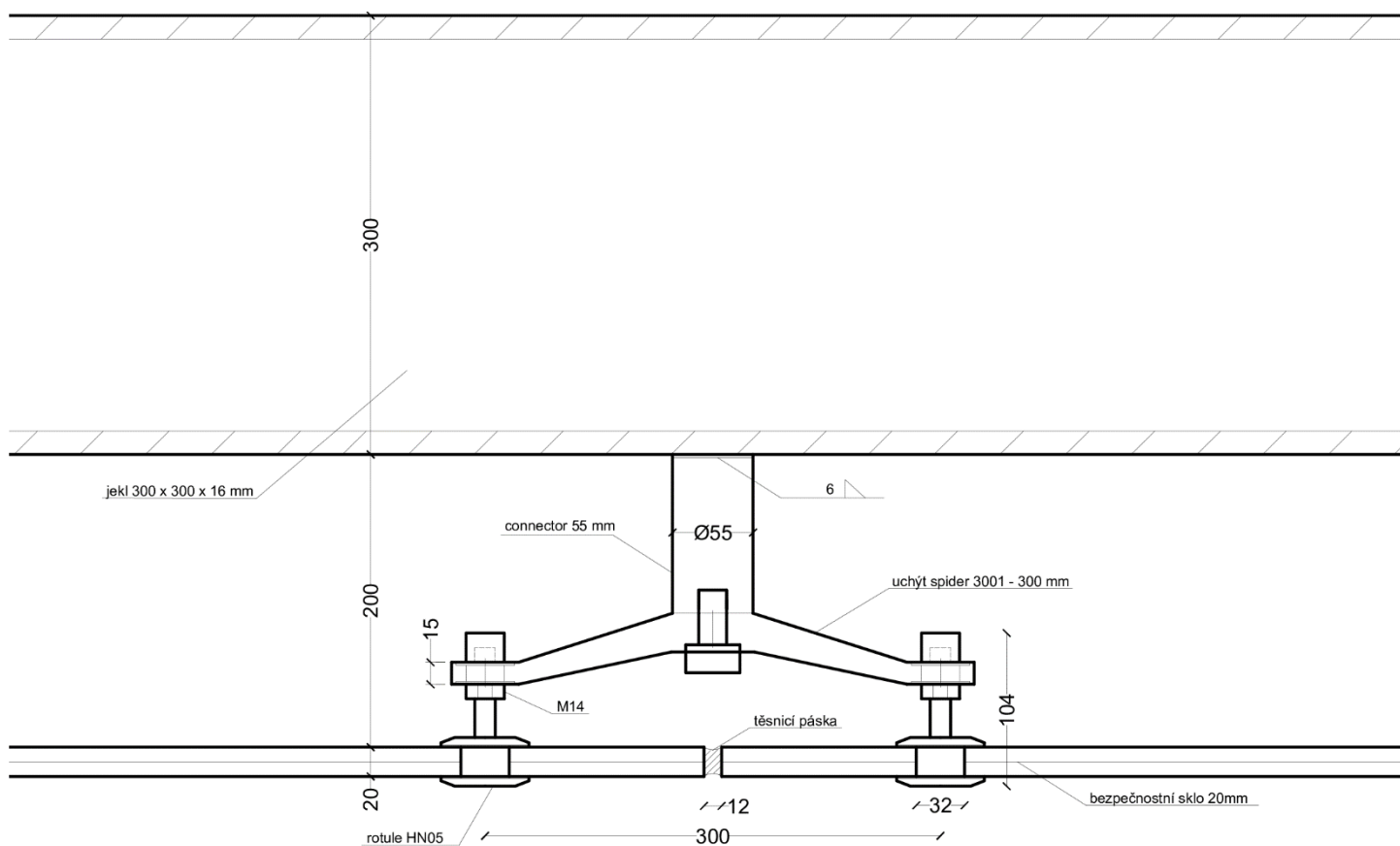


ŘEZ A-A'

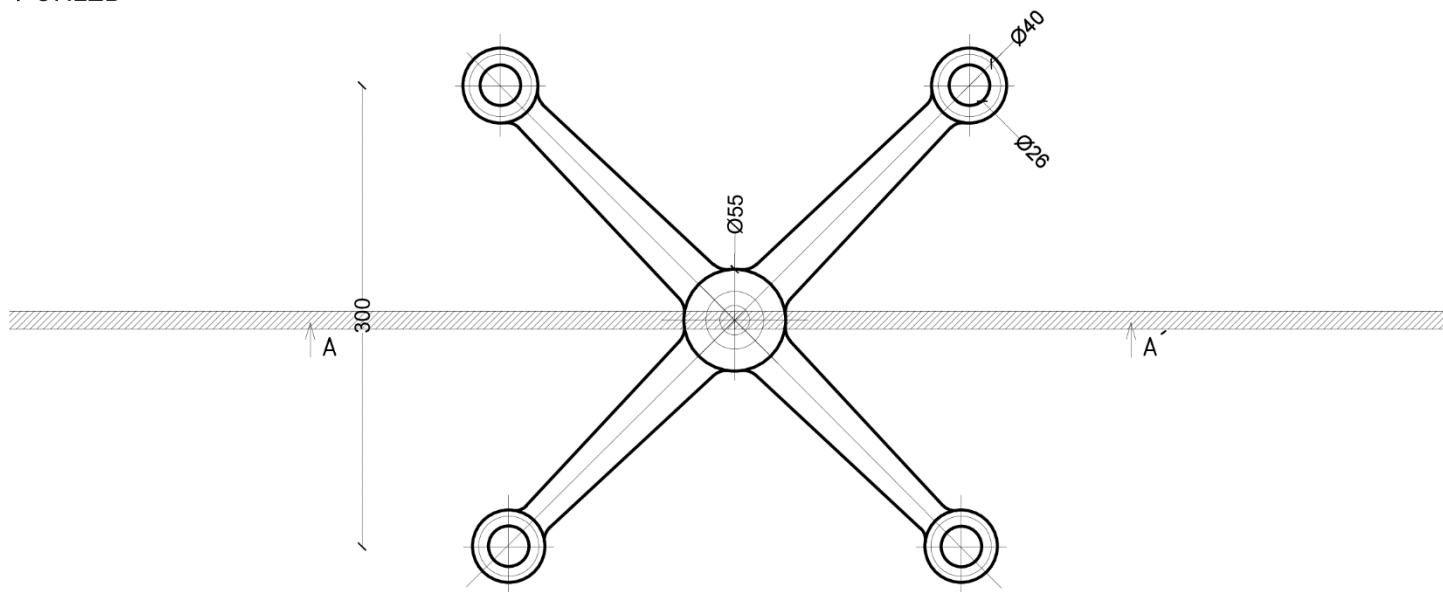



DBOR	KATEDRA	VYUČUJÍCÍ	
A+S	129	Doc. Ing. arch. Patrik Kotas Ing. arch. Karel Hájek, Ph.D.	
ROČNÍK	JMENO STUDENTA		
LS 2019/2020	MARGARITA DEMINA		
PŘEDMĚT :			
129 AAKA			
OBSAH :			
DETAILY OSAZENÍ LOŽISKA			
FORMÁT	A4		
MĚŘÍTKO	1:10		
DATUM	09.06.2020		
Č. VÝKR.	2		

ŘEZ A - A'



POHLED



OBOR	A+S	KATEDRA	129	VYUČUJÍCÍ		
ROČNÍK	LS 2019/2020	JMENO STUDENTA	MARGARITA DEMINA	Doc. Ing. arch. Patrik Kotas Ing. arch. Karel Hájek, Ph.D.		
PŘEDMĚT :						
129 AAKA						
OBSAH :						
DETAIL KOTVENÍ PŘÍSTŘEŠKU						
					FORMÁT	A4
					MĚŘÍTKO	1:5
					DATUM	09.06.2020
					Č. VÝKR.	3